

一軸圧縮試験と三軸圧縮試験の使い分けに関する一考察

川崎地質株式会社 ○栗林 正樹, 樺淵 俊樹

1. はじめに

一般的に砂分を多く混入する粘性土や深いところに分布する粘性土に対し、一軸圧縮試験で強度を求めると過小評価となりやすいと言われるが、砂分の混入量や深度について定量的に評価された報告は少ない。

本報告では、新潟県内の平野部において、砂分をほぼ含まず、土質的に似通った粘性土に対して(最大深度 GL-60m)、一軸圧縮試験(以下、一軸試験)と拘束圧の解放の影響が小さい三軸圧縮試験 [UU 条件] (以下、三軸試験)を同試料で実施し、粘性土の強度評価における試験の使い分けに関する一考察を報告する。

2. 対象土質の強度評価方法

(1) 対象土質の粒度組成

対象土質は、沖積層からなる概ね粘土分とシルト分で構成される均質な粘性土である(全38試料)。

図-1に、粒径加積曲線を示す。対象土質は、砂分の混入が僅かであり(平均3%)、シルト分が20~70%、粘土分が20~80%とバラツキがみられる粒度組成である。

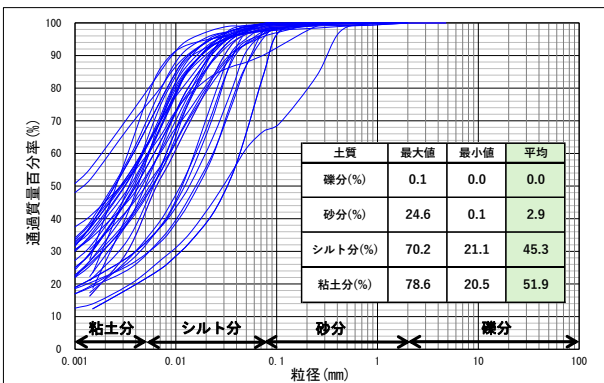


図-1 対象土質の粒径加積曲線

(2) 強度評価に用いる試験

対象土質の強度評価にあたり、一軸試験と三軸試験の両試験を同試料で実施した。

表-1に、両試験の条件比較を示す。両試験ともに粘性土の強度を求める試験であるが、試験条件として拘束圧の有無に違いがある。

表-1 一軸圧縮試験と三軸圧縮試験との試験条件比較

項目	一軸圧縮試験	三軸圧縮試験(UU 条件)
拘束圧	拘束圧なし	拘束圧あり
求まる値	一軸圧縮強度 q_u (粘着力 $c=1/2q_u$)	粘着力 c_u せん断抵抗角 ϕ_u

(3) 粘土分含有率・塑性指数を考慮した強度評価方法

中瀬ら(1972)¹⁾では、前述した応力解放による過小評

価に対して、粘土分含有率あるいは塑性指数 I_p を用いた一軸圧縮強度の補正方法が提案されている。以下に、補正式を示す。

$$\tau_r = \alpha (q_u/2) + 0.8\beta \sigma_v \quad \dots \text{式-1}$$

ここで、 τ_r : 非排水せん断強度(粘着力) (kN/m²)
 α, β : 補正係数 (図-2 参照)
 q_u : 一軸圧縮強度 (kN/m²)
 σ_v : 有効土被り圧 (kN/m²)

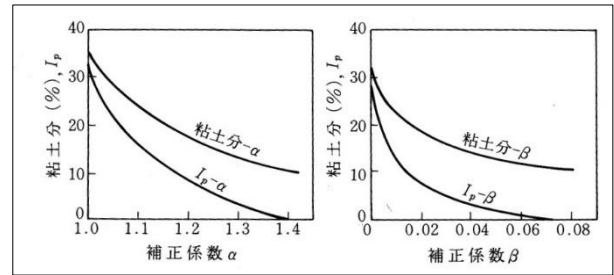


図-2 一軸圧縮強度の補正方法¹⁾

上記の基準では、粘土分含有率かつ塑性指数 I_p が35以上の場合は補正が不要となり、粘土分含有率あるいは塑性指数 I_p が35未満の場合、一軸試験結果を補正する必要があることを示す。

すなわち、粘土分含有率あるいは塑性指数 I_p が35未満の場合は、一軸試験では過小評価する可能性があると考えられる。なお、全38試料のうち13試料において、過小評価する可能性がある試料に該当している(表-2)。

したがって、考察では、粘土分含有率および塑性指数 I_p に対する一軸試験と三軸試験の強度比 [三軸試験による粘着力/一軸試験による粘着力] (以下、強度比)を整理することとした。

表-2 文献¹⁾による補正方法を踏まえた強度評価方法

条件	試料数	強度評価方法
粘土分含有率 35%以上 かつ塑性指数 I_p 35 以上	25	一軸圧縮試験値
粘土分含有率 35%未満 あるいは塑性指数 I_p 35 未満	13	一軸圧縮試験値の補正 あるいは三軸圧縮試験値

3. 試験結果と考察

同試料で一軸試験と三軸試験の両試験を実施した結果、全体的に一軸試験よりも三軸試験で得られた強度(粘着力)の方が大きくなる結果が得られた。

なお、本三軸試験結果は、対象土質が地下水以深で飽和した粘性土と評価できることから、せん断抵抗角 $\phi_u = 0^\circ$ として評価している。

(1) 粘土分含有率と強度比の関係

図-3に、粘土分含有率と強度比の関係を示す。

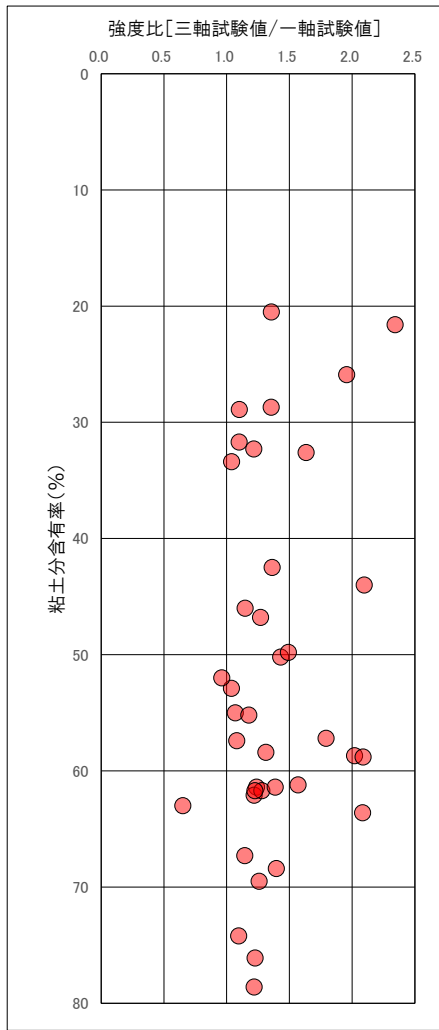


図-3 粘土分含有率と強度比の関係

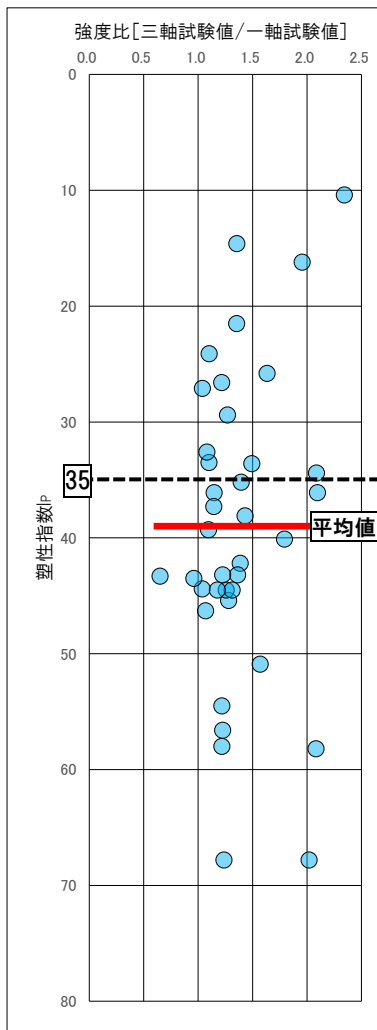


図-4 塑性指数 I_p と強度比の関係

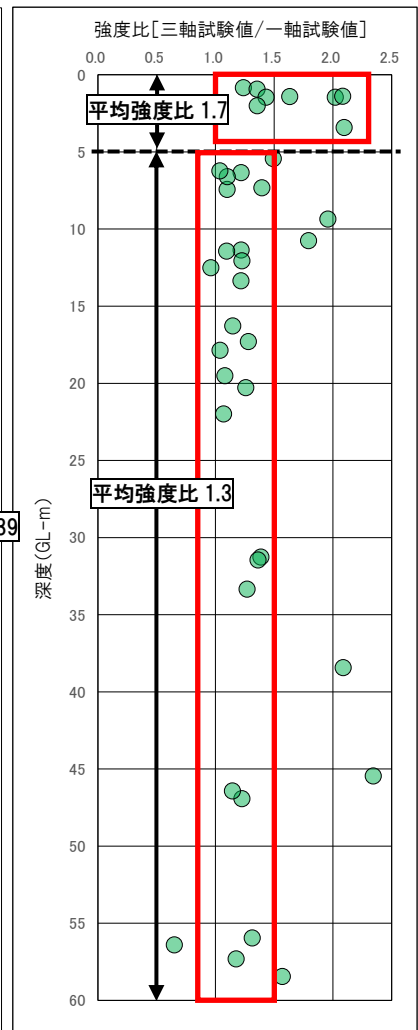


図-5 深度と強度比の関係

図より、粘土分含有率20~80%と変化するものの、粘土分含有率の違いによって、強度比が変化することは確認されなかった。

(2) 塑性指数 I_p と強度比の関係

図-4に、塑性指数 I_p と強度比の関係を示す。

図より、塑性指数 I_p が10~68と変化するものの、塑性指数の違いによる強度比の変化は、粘土分含有率と同様、確認されなかった。

しかしながら、全体的に塑性指数 I_p が小さく（平均値39）であり、前章で示した補正が必要な条件（塑性指数35未満）を考慮すると、対象土質は三軸試験で評価すべき土質であることが示唆される。

(3) 深度と強度比の関係

図-5に、深度と強度比の関係を示す。

図より、深度別の強度比は、GL-5m 以浅では強度比1.7と大きい強度比が得られたが、GL-5m 以深ではバラツキがやや確認されるものの概ね強度比が1.0~1.5（平均強度比1.3）である結果が得られた。

以上より、対象土質においてはGL-5m 以浅を除いて、深度の大きさに限らず、強度比の変化が小さいことが評価される。

4. まとめ

本試験結果では、対象の粘性土（塑性指数 I_p が平均40程度でやや低い）に対して一軸試験よりも三軸試験で得られた強度の方が大きいことを確認した。特に、GL-5m 以浅において、より大きくなる傾向が確認された。

なお、一般的に言われるような深い深度では、一軸試験よりも三軸試験の方が大きい強度が得られるが、本試験結果では、逆に浅い深度の方が大きい傾向が確認された。これは、浅い深度の方が深い深度よりも強度が小さく、多少の不均質さが強度に影響されやすいことが挙げられる。したがって、浅い深度こそ、三軸試験で強度評価すべきであると考察される。

しかしながら、今回はデータ数が少ないため、前述のような一軸試験と三軸試験の使い分けの評価を目的に、砂分を混入する粘性土のデータ等、さらなるデータの蓄積が必要と考える。

《引用・参考文献》

- 1) 中瀬明男・勝野克・小林正樹(1972)：砂分の多い粘性土の一軸圧縮強さ，運輸省港湾技術研究所報告，Vol. 11, No. 4, pp. 83-102.